

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4806477号
(P4806477)

(45) 発行日 平成23年11月2日(2011.11.2)

(24) 登録日 平成23年8月19日(2011.8.19)

(51) Int.Cl.

F 1

C 2 1 C 1/10 (2006.01)
B 2 2 D 27/04 (2006.01)
B 2 2 D 27/20 (2006.01)
C 2 2 C 33/10 (2006.01)
C 2 2 C 37/04 (2006.01)

C 2 1 C 1/10 B
 B 2 2 D 27/04 G
 B 2 2 D 27/20 C
 C 2 2 C 33/10
 C 2 2 C 37/04 E

請求項の数 2 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-123724 (P2001-123724)
 (22) 出願日 平成13年4月23日(2001.4.23)
 (65) 公開番号 特開2002-317219 (P2002-317219A)
 (43) 公開日 平成14年10月31日(2002.10.31)
 審査請求日 平成20年3月7日(2008.3.7)

(73) 特許権者 390026723
 東京鐵鋼株式会社
 栃木県小山市横倉新田520番地
 (73) 特許権者 592125020
 堀江 皓
 岩手県盛岡市北夕顔瀬町10番67号
 (74) 代理人 100120639
 弁理士 萩島 良則
 (74) 代理人 100073988
 弁理士 川上 肇
 (72) 発明者 堀江 皓
 岩手県盛岡市北夕顔瀬町10番6号
 (72) 発明者 小曾根 茂雄
 栃木県小山市横倉新田520 東京鐵鋼株
 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鑄放し球状黒鉛鑄鉄品の製法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

組成が質量比で、C : 3 . 2 0 ~ 4 . 0 0 %、S i : 2 . 0 0 ~ 3 . 2 0 %、M n : 0 . 3 0 ~ 2 . 5 0 %、P : 0 . 0 3 5 % 以下、S : 0 . 1 2 % 以下、C u : 2 . 0 2 ~ 3 . 5 0 %、M g : 0 . 0 2 ~ 0 . 0 8 %、希土類元素 : 0 . 0 0 5 ~ 0 . 3 0 %、残部 F e からなる溶湯にインモールド法により二次接種するか、前記溶湯の冷却を冷やし金、鑄型からのガス吸引、鑄型への冷却ガス注入のいずれかにより促進するか、又は、前記溶湯のインモールド法による二次接種、前記溶湯の冷やし金、鑄型からのガス吸引、鑄型への冷却ガス注入のいずれかによる冷却促進の2つ以上の組み合わせによって、金属組織が黒鉛の周囲にフェライト又はフェライトとパーライトの入り組んだ組織を含み、前記金属組織を電子顕微鏡写真に示すとき前記フェライト又はフェライトとパーライトの入り組んだ組織が黒鉛の周囲に発現した花弁状の組織であり、鑄放しで引張り強度が 800 N/mm^2 以上であり、伸びが2%以上である鑄鉄品を鑄造することを特徴とする鑄放し球状黒鉛鑄鉄品の製法。

【請求項 2】

希土類元素と S i の一部をインモールド法により二次接種することを特徴とする請求項 1 に記載の鑄放し球状黒鉛鑄鉄品の製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、鑄放しで 800 N/mm^2 以上、好ましくは 900 N/mm^2 以上の強度を有する球状黒鉛鑄鉄品の製法に関する。

【0002】

【従来の技術】

鑄放しで 800 N/mm^2 の強度を有する球状黒鉛鑄鉄品は、特開2000-26932号により、公知である。この公知鑄鉄品は、質量比でC：3.20～4.00%、Si：2.00～3.20%、Mn：0.30～2.50%、P：0.035%以下、S：0.12%以下、Cu：0.30～2.00%、Mg：0.02～0.08%、希土類元素：0.01～0.30%、残部Feの組成を有し、組織は基地も黒鉛の周囲も緻密なパーライト又はフェライトとパーライトの共存組織である。

10

【0003】

しかしながら、鑄放しのままで $900\sim1000\text{ N/mm}^2$ の強度を有する球状黒鉛鑄鉄品は、これまで製造することができなかった。このため、 800 N/mm^2 以下の鑄鉄品を熱処理して強度を増大させていたが、熱処理は鑄鉄品のコストが上昇するだけでなく、金属組織のベイナイト化により加工性が劣化するという問題があった。そこで、自動車部品、機械部品、建築部品等の鑄鉄品については、強度増大による軽量化を実現するため、鑄放しのままで $900\sim1000\text{ N/mm}^2$ の強度を有する球状黒鉛鑄鉄品が要求されていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

20

本発明の課題は、上記要求に応えることができる球状黒鉛鑄鉄品の製法を提供することにある。

【0005】

本願の発明者は、球状黒鉛鑄鉄の金属組織のパーライトの緻密化及び黒鉛粒の増加及び黒鉛径の微小化が強度の増大をもたらすことに注目し、パーライトを緻密化するCu含有量のテストと、黒鉛核の生成を促進するが、その成長は制限する二次接種と鑄型内の溶湯の冷却速度促進のテストを数多く繰り返した結果、鑄放しのままで $900\sim1000\text{ N/mm}^2$ の強度を有する球状黒鉛鑄鉄の金属組織を見出し、本発明を完成した。

【0006】

【課題を解決するための手段】

30

前記課題を達成するため、本発明が採用する手段は、組成が質量比で、C：3.20～4.00%、Si：2.00～3.20%、Mn：0.05～3.0%、P：0.035%以下、S：0.12%以下、Cu：0.30～3.50%、Mg：0.02～0.08%、希土類元素：0.005～0.30%、残部Feの溶湯から球状黒鉛鑄鉄品を鑄造するときに、希土類元素とSiの一部をインモールド法で二次接種するか、又は溶湯の冷却速度を促進するか、もしくはその双方を実施して、パーライトの層間隔を狭めて緻密化すると共に、黒鉛の周囲にフェライト又はフェライトとパーライトが入り組んだ花弁状の組織を含む金属組織を有し、強度が 800 N/mm^2 以上、伸びが2%以上の鑄鉄品を製造することにある。

【0007】

40

ここで、インモールド法で二次接種するSiは質量比で0.01%未満では効果がなく、0.4%を越えると黒鉛が成長するので、0.01～0.4%とする。

【0008】

注湯の冷却速度促進は、鑄型内ガスを真空ポンプで吸引することにより、又は鑄型内に窒素ガス、アルゴンガス等の冷却ガスを注入することにより、もしくは冷やし金を使用することにより実施する。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明鑄鉄品の組成について説明する。

【0010】

50

CとSiは、鑄鉄品の組織を決めるものであり、含有率は質量比でCが3.2%未満、Siが2.00%未満になると白鉄化し、Cが4.0%、Siが3.2%をそれぞれ越えるとフェライト化する。したがって、組織をパーライト鑄鉄とするために、含有率について、Cは質量比で3.20~4.00%、Si:2.00~3.2%の範囲にそれぞれ限定する。

【0011】

Mnは、鑄鉄品の引張り強度を増大させるが、含有率は質量比で0.30%以下ではその効果が少なく、2.50%を越えると粘り強さを低下させる。したがって、Mnの含有率は質量比で0.30~2.5%の範囲に限定する。

【0012】

Pは黒鉛化を妨害し、鑄鉄品の粘りを特に低下させるので、含有率は質量比で0.035%以下とする。

【0013】

Sは黒鉛化を妨害するので、その含有率は質量比で0.12%以下に留める。

【0014】

Cuはパーライト組織の層間隔を狭めて結晶粒を細かくし、鑄鉄品の引張り強度を増大させるが、含有率は質量比で0.30%以下ではその効果が低く、3.50%を越えると不規則黒鉛を生じて鑄鉄品が脆くなる。したがって、Cuの含有率は質量比で0.30~3.50%、好ましくは、0.70~3.00%の範囲に限定する。

【0015】

Mgは黒鉛を球状化するためのものであり、質量比で0.020%未満ではその効果が不十分であり、質量比で0.080%を越えても効果は変わらないのと、Mgドロス等の欠陥発生原因となるので、その範囲は0.02~0.08%とする。

【0016】

希土類元素は活性元素であり、球状化阻害元素のSと反応して、硫化希土類となり、黒鉛化及び黒鉛球状化を促進する。又、鑄鉄品の基地組織のフェライト量を減少させて、パーライト量を増加させ、さらに、パーライト組織を緻密にする。この希土類元素により、鑄鉄品のパーライトの面積比は多くなるから、鑄鉄品の強度、伸びは安定する。しかし、質量比0.005%未満ではその効果が不十分であり、0.3%以上になると、効果が上がり過ぎて炭化物(チル化)を形成して、脆くなる。したがって、希土類元素は質量比で0.005~0.30%の範囲、好ましくは0.01~0.30%の範囲として、Sの1.5倍~5.0倍に限定する。

【0017】

希土類元素としては主としてCe、Laを使用するが、高純度のものか又はCe、Laを20%以上含む安価な軽希土類合金を使用してコストを低下させることが好ましい。希土類元素とSiの一部は、注湯直前にMgを添加する一次接種とは別に二次接種としてインモールド法により添加する。

【0018】

次に、本発明鑄鉄品の金属組織について説明する。

【0019】

表1の球状黒鉛鑄鉄品I、II、IIIはJIS、B号Yブロックより切り出したJIS4号試験片であり、それぞれFCD800、FCD900、FCD1000に相当する。これらの試験片は本願発明の組成を有し、Cuの含有量と、二次接種のSi量以外は、同一である。

【0020】

表1に示すように、Cuの含有量が増加するに従い、パーライト組織は粗部も細部も層間隔が順次狭くなり、それに応じて強度が増大する。

【0021】

【表1】

10

20

30

40

パーライト組織の層間隔

球状黒鉛鑄鉄品	I	II	III
Cu含有量(質量%)	0.6	1.5	2.5
二次接種Si量(質量%)	0.20	0.15	0.10
パーライト組織粗部の 層間隔(μm)			
平均	1.21	0.78	0.58
最大	1.68	1.00	0.80
最小	0.85	0.67	0.40
パーライト組織細部の 層間隔(μm)			
平均	0.46	0.42	0.38
最大	0.70	0.51	0.46
最小	0.26	0.33	0.29
強度(N/mm^2)	800	800~900	900~1000

【0022】

これらの本発明球状黒鉛鑄鉄品は、図1及び図2の電子顕微鏡写真に示すように、従来のパーライト組織以外に、黒鉛の周囲にフェライトとパーライトが入り組んで花弁状になる組織に発現するという特徴的な金属組織を有する。この花弁状の組織は、黒鉛核の生成を促進するが、その成長は抑制するため、黒鉛粒の増加と黒鉛径の微小化をもたらすと考えられる。

【0023】

本発明鑄鉄製品は強度が 800N/mm^2 以上であるが、その金属組織は主にフェライトとパーライトであるから、熱処理により金属組織をベイナイト化して強度を増大させたものに比べると、加工性は格段に優れる。

【0024】

【実施例】

本発明の実施例鑄鉄品と従来の比較例鑄鉄品のJIS規格(G5502:B号供試材:Z2201:4号)試験片について実施したテストについて説明する。

【0025】

比較例試験片NO.1~NO.3及び実施例試験片NO.4~NO.16のFeを除く組成と溶湯の冷却方法は、表2及び表3に示すとおりである。比較例試験片のCu含有量は1.03%以下であるが、実施例のCu含有量は1.53%以上である。

【0026】

比較例試験片は溶湯を自然冷却したものであるが、実施例試験片は溶湯にインモールド法により二次接種するか、溶湯の冷却をガス吸引、冷やし金、冷却ガス注入のいずれかにより促進したものであるか、又は、上記溶湯のインモールド法による二次接種、上記溶湯の冷やし金、鑄型からのガス吸引、鑄型への冷却ガス注入のいずれかによる冷却促進の2

10

20

30

40

50

つ以上の組み合わせからなるものである。

【 0 0 2 7 】

【表 2】

試験片の組成及び冷却方法 (1)

試験片 種類	N O . 1 比較例	N O . 2 比較例	N O . 3 比較例	N O . 4 実施例	N O . 5 実施例	N O . 6 実施例	N O . 7 実施例	N O . 8 実施例	N O . 9 実施例
C	3.75	3.75	3.76	3.67	3.59	3.60	3.54	3.47	3.54
S i	2.75	2.65	2.62	2.37	2.36	2.38	2.29	2.42	2.39
M n	0.60	0.69	0.78	1.01	1.02	1.02	1.01	1.02	1.02
P	0.035	0.051	0.045	0.014	0.015	0.015	0.016	0.016	0.016
S	0.015	0.010	0.013	0.014	0.016	0.014	0.016	0.016	0.015
C u	1.03	0.91	1.03	1.47	1.96	1.53	2.49	2.02	2.45
M o	—	0.20	0.057	0	0	0	0	0	0
M g	0.033	0.047	0.035	0.040	0.042	0.040	0.043	0.0421	0.0478
R E	—	—	0.042	0.0304	0.0346	0.0338	0.0328	0.0357	0.0324
R E / S	—	—	3.23	2.17	2.16	2.41	2.05	2.23	2.16
Mn + Cu	1.63	1.60	1.81	2.48	2.98	2.55	3.50	3.04	3.47
冷却方法	自然放置			吸引		鑄型内二次 接種 + 吸引		冷やし金	

試験片の組成及び冷却方法 (2)

試験片	N O . 10	N O . 11	N O . 12	N O . 13	N O . 14	N O . 15	N O . 16
種類	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例
C	3.54	3.54	3.48	3.43	3.59	3.61	3.54
S i	2.38	2.40	2.22	2.17	2.34	2.41	2.57
M n	1.00	1.02	1.03	1.01	0.92	0.95	0.99
P	0.018	0.017	0.015	0.014	0.016	0.017	0.018
S	0.014	0.015	0.015	0.013	0.013	0.014	0.011
C u	1.53	2.47	2.94	2.02	2.45	1.88	2.52
M o	0	0	0	0	0	0	0
M g	0.0434	0.0434	0.0382	0.0417	0.036	0.040	0.031
R E	0.0408	0.0409	0.0439	0.0523	0.0357	0.0342	0.0369
R E / S	2.91	2.73	2.93	4.02	2.75	2.63	3.35
Mn + Cu	2.53	3.49	3.97	3.03	3.37	2.83	3.51
冷却方法	冷却ガス注入 + 吸引			鋳型内二次接種 + 吸引			

【 0 0 2 9 】

【 表 4 】

10

20

30

40

試験片の金属組織及び材料試験結果 (1)

試験片	NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	NO. 5	NO. 6	NO. 7	NO. 8	NO. 9
種類	比較例	比較例	比較例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例
球状化率	94.0	91.0	89.0	86.2	85.3	84.9	92.5	84.1	85.3
パーライ ト面積 (%)	92 ~ 96	96 ~ 98	99	94 ~ 98	94 ~ 98	98	98 ~ 99	98	96 ~ 98
フェライト又は 共存組織 面積率	4 ~ 8	2 ~ 4	1	2 ~ 6	2 ~ 6	2	1 ~ 2	2	2 ~ 4
降伏点 (N/mm ²)	577	620.9	596.0	684.0	652.7	688.5	702.6	687.2	719.0
引っ張り 強度 (N/mm ²)	801.5	778.4	853.0	892.5	894.3	918.0	958.6	952.1	928.1
伸び (%)	4.00	1.66	2.56	4.30	3.86	4.90	4.34	4.98	3.54
硬さ (HB)	248	285	285	285	293	302	311	302	302

【表 5】

試験片の金属組織及び材料試験結果 (2)

試験片	NO. 10	NO. 11	NO. 12	NO. 13	NO. 14	NO. 15	NO. 16
種類	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例
球状化率	82.3	87.1	82.3	89.9	90.0	85.5	92.0
パーライト面積 (%)	94 ~ 97	96 ~ 98	98 ~ 99	98	98 ~ 99	98 ~ 99	97 ~ 98
フェライト又は共存組織面積率	3 ~ 6	2 ~ 4	1 ~ 2	2	1 ~ 2	1 ~ 2	2 ~ 3
降伏点 (N/mm ²)	653.6	666.7	767.2	687.2	803.9	880.1	874.7
引張強度 (N/mm ²)	908.5	915.0	944.3	949.0	1028.3	1023.5	992.2
伸び (%)	4.32	3.20	3.42	4.44	3.63	3.69	4.16
硬さ (HB)	293	302	311	302	341	331	321

【0031】

各試験片の球状化率、パーライト面積率、フェライト又は共存組織面積率及び材料試験結果は表 4 及び表 5 に示すとおりである。

【0032】

表 4 及び表 5 は、比較例試験片 NO. 1 ~ NO. 3 の降伏点が 577.0 ~ 620.9 N/mm²、引張強度が 778.4 ~ 853 N/mm²、伸びが 1.66 ~ 4.00 %

10

20

30

40

50

、実施例試験片 N 0 . 4 ~ N 0 . 1 6 の降伏点が $652.7 \sim 880.1 \text{ N/mm}^2$ 、引張り強度が $892.5 \text{ N/mm}^2 \sim 1028.3 \text{ N/mm}^2$ 、伸びが $3.20 \sim 4.98\%$ であることを示す。したがって、溶湯の冷却速度を促進した本発明実施例の球状黒鉛鑄鉄品は、溶湯を自然冷却した比較例のものよりも高強度、高靱性であり、鑄放しで $900 \sim 1000 \text{ N/mm}^2$ の強度と、 3% 以上の伸びを有することがこの試験結果により確かめられた。

【 0 0 3 3 】

【発明の効果】

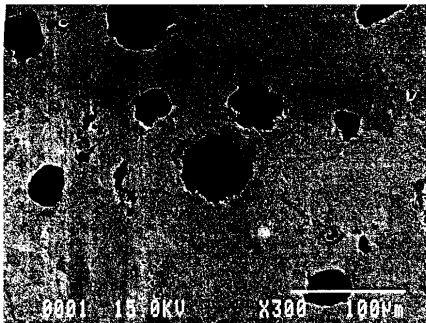
上記のとおり、本発明の製法による鑄鉄品は、含有させた Cu により層間隔が狭くなったパーライトと、鑄型内の溶湯の冷却速度を促進して黒鉛周囲に発現させたフェライト又はフェライトとパーライトが入り組んだ花弁状の組織を含む金属組織を有し、鑄放しで強度が $900 \sim 1000 \text{ N/mm}^2$ 、伸びが 3% 以上であり、従来の金属組織を熱処理によりベイナイト化して強度を増大させたものに比べると、製造コストは大幅に低減するだけでなく、加工性も良好であり、さらに、鑄鉄品強度の増大により 10% 以上の軽量化も可能であるから、自動車部品、機械部品、建築部品等の製造に好適であるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

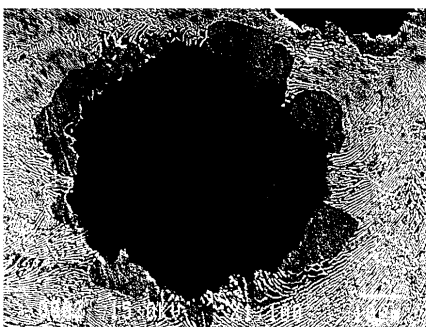
【図 1】本発明の製法による鑄鉄品の金属組織を示す倍率 300 倍の電子顕微鏡写真

【図 2】図 1 の鑄鉄品の金属組織を示す倍率 1100 倍の電子顕微鏡写真

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 2 2 C 37/04 F

(72)発明者 藤島 栄
東京都千代田区神田美土代町 9 株式会社ムサシ設計内

(72)発明者 小綿 利憲
岩手県岩手郡滝沢村滝沢字穴口 2 6 0 - 2 8

(72)発明者 大森 正明
栃木県小山市横倉新田 5 2 0 東京鐵鋼株式会社内

審査官 井上 猛

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 2 6 9 3 2 (J P , A)
特開昭 5 3 - 0 8 8 6 1 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 0 9 6 0 4 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C22C 37/00-37/10
C22C 33/08-33/10